

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3906860 A1**

⑤ Int. Cl. 4:
A61B 6/00
H 04 N 7/18
// A61B 3/00,
G03B 15/02

⑦ Aktenzeichen: P 39 06 860.9
② Anmeldetag: 3. 3. 89
④ Offenlegungstag: 28. 8. 89

DE 3906860 A1

⑬ Innere Priorität: ⑫ ⑬ ⑭
08.03.88 DE 38 07 488.9

⑦ Anmelder:
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung eV, 8000 München, DE

⑦ Erfinder:
Rühl, Falk, Dr.-Ing., 5106 Roetgen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑭ **Vorrichtung zum Herstellen einer Angiographie**

Vorrichtung zum Herstellen einer Angiografie, insbesondere Fluoreszenzangiografie, mit einer eine anregungswirksame Bestrahlung eines vorzugsweise mit Fluoreszenzmittel versorgten Gefäßes bewirkenden Strahlungsquelle, und mit einer fotografischen Filmkamera.

Um eine Vorrichtung der eingangs genannten Art so zu verbessern, daß die Angiografie mit minimierter Strahlungsenergie hergestellt werden kann, verglichen mit kontinuierlicher Bestrahlung bzw. Belichtung, die in Verbindung mit kurzzeitig wirkenden mechanischen bzw. optischen Verschlusssystemen verwendet wird, ist sie so ausgebildet, daß als Strahlungsquelle eine Impulsstrahlungsquelle und als Filmkamera eine Videokamera vorhanden ist, und daß die Impulsbestrahlung bei voller Verschlussöffnung der Kamera auslösbar ist.

DE 3906860 A1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Herstellen einer Angiografie, insbesondere Fluoreszenzangiografie, mit einer anregungswirksamen Bestrahlung eines vorzugsweise mit Fluoreszenzmittel versorgten, Gefäßes bewirkenden, Strahlungsquelle, und mit einer fotografischen Filmkamera.

Die Angiografie und insbesondere die Fluoreszenzangiografie dient der kontrastreichen Darstellung von Gefäßen im Bild, insbesondere zur Darstellung von Blut- und anderen Körpergefäßen, wie Arterien, Venen und Lymphgefäßen. Die Untersuchung derartiger Gefäße ist deswegen von Bedeutung, weil sie sich möglicherweise verändert haben, z.B. im Laufe der Zeit verengt sind, so daß Funktionsstörungen auftreten, zu deren Behebung bekannt sein muß, in welchem Umfang eine Funktionsstörung vorliegt, also beispielsweise eine durch Gefäßverengung bedingte Durchblutungsstörung.

Weit verbreitet sind röntgenologisch arbeitende angiografische Vorrichtungen, die so arbeiten, daß in die Gefäße zur Erzielung eines ausreichenden Bildkontrastes ein Kontrastmittel injiziert wird, dessen Strahlenabsorption bei der Herstellung von fotografischen Aufnahmen ausgenutzt werden kann. Bekannt sind des weiteren Vorrichtungen für die Fluoreszenzangiografie, bei der die Ausbreitung eines in das Gefäß eingebrachten und durch die Gefäßflüssigkeit transportierten Farbstoffes untersucht wird, der bei geeigneter Anregung fluoresziert. Dabei erfolgt eine anregungswirksame Bestrahlung mit einem Licht, dessen Frequenzen auf die Absorptionsfrequenzen des Fluoreszenzmittels abgestimmt sind. Beobachtet und zu Bildaufnahmen ausgenutzt wird das Fluoreszenzlicht, wobei die Beobachtung optisch erfolgt. Die dabei erzielten Bildaufnahmen sind jedoch häufig unscharf. Ursachen für Unschärfen sind Bewegungsvorgänge aufgrund der Strömung des Fluoreszenzmittels in den Gefäßen oder sonstiger Bewegungen, z.B. Bewegungen des Patienten während der Aufnahme und damit verbundene Verlagerungen der Einstellebene der der Bildaufnahme dienenden Optik und die dadurch gegebenen Verzerrungen des Beobachtungsgebiets. Ferner können auch die Eigenschaften des untersuchten Organs zu Unschärfen führen, z.B. bei Augenuntersuchungen, bei denen die Linse des Auges die Fokussage der Abbildung mitbestimmt bzw. verändert.

Es ist bei der Hochgeschwindigkeitsfotografie bekannt (Kurt Dieter Solz: "Fotografie", Fischer-Taschenbuch-Verlag, ISBN 3-593-23 355-0, Seiten 293 bis 303), Impulsstrahlungsquellen zur Belichtung von fotografischen Objekten zu benutzen, um Bewegungsunschärfen zu vermeiden. Außerdem ist es aus der genannten Druckschrift bekannt, Vorgänge im Inneren von Körpern durch Röntgenblitzfotografie sichtbar zu machen. Dabei fehlt jedoch der Bezug zu lebenden Körpern bzw. zur Angiografie. Das gilt insbesondere für die bei der Röntgenblitzfotografie bekannten Serienaufnahmen.

Dem Bekannten gegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art so zu verbessern, daß die Angiografie mit minimierter Strahlungsenergie hergestellt werden kann, verglichen mit kontinuierlicher Bestrahlung bzw. Belichtung, die in Verbindung mit kurzzeitig wirkenden mechanischen bzw. optischen Verschlusssystemen verwendet wird.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß als Strahlungs-Quelle eine Impulsstrahlungsquelle und als Film-

kamera eine Videokamera vorhanden ist, und daß die Impulsbestrahlung bei voller Verschlussöffnung der Kamera auslösbar ist.

Für die Erfindung ist von Bedeutung, daß die Bestrahlung des Gefäßes impulsweise erfolgt. Die Impulse einer solchen Impulsstrahlungsquelle können genügend kurz gehalten werden, um Bewegungsunschärfen auszuschließen. Darüber hinaus ist es wichtig, daß die Impulsbestrahlung ausschließlich während der der Bildaufnahme dienenden Zeit erfolgt, um eine vollständige Ausnutzung der Strahlungsenergie des Impulses für die Bildaufnahme zu haben, insbesondere wenn mit anzuregendem Fluoreszenzmittel gearbeitet wird.

Um die Impulsbestrahlung ausschließlich während der der Bildaufnahme dienenden Zeit erfolgen zu lassen, muß eine entsprechende Synchronisation zwischen der Strahlungsquelle und einer der Bildaufnahme dienenden Vorrichtung erfolgen. Um insoweit herkömmliche Synchronisationsvorrichtungen ausnutzen zu können, wird die Impulsbestrahlung bei voller Öffnung des Verschlusses einer Kamera vorgenommen.

Derartige Kameras können Bildaufnahmen hoher Qualität herstellen, z.B. Aufnahmen hoher Auflösung.

Für die Erfindung ist es des weiteren von Bedeutung, daß zur Erzielung der gewünschten Bildserien eine Videokamera verwendet wird. Die erfindungsgemäße Vorrichtung unterscheidet sich von allgemein bekannten Videoanordnungen dadurch, daß eine Impulsbelichtung vorgesehen ist, während bekannterweise die Belichtungszeit der Bildfolgefrequenz gekoppelt ist. Letzteres hätte beim Einsatz herkömmlicher Videoanordnungen zum Herstellen einer Angiografie die unerwünschte Folge, daß die eingangs beschriebenen Bewegungsunschärfen auftreten. Eine Erhöhung der Belichtungsstrahlungsenergie für die Ausnutzung kürzerer Belichtungszeiten wäre gewebephysiologisch ungünstig.

Durch die erfindungsgemäße impulsweise Belichtung bei Serienaufnahmen in Verbindung mit einer Videokamera bei voller Verschlussöffnung nimmt die Belastung des bestrahlten Gewebes erheblich ab. Insbesondere kann die Bestrahlungsenergie praktisch vollständig zur Belichtung ausgenutzt werden. Die Vorrichtung ist daher vorteilhaft für Augenuntersuchungen einsetzbar. Hier kann es ohne Fluoreszenzmittel und Filter eingesetzt werden, bzw. mit Filtern überlappender Transmission, was zur Unterdrückung von Bewegungsunschärfen bei Untersuchungen mit höherer Vergrößerung beiträgt, z.B. bei Untersuchungen des Augenvordergrundes.

Um längere Bildserien herzustellen oder weiterverarbeitungsmäßig einfach zu handhabende Bildaufnahmen anzufertigen, werden Videokameras eingesetzt, bei denen die Impulsbestrahlung während des Bildrücklaufs der Videokamera auslösbar ist.

Vorteilhafterweise strahlt die Impulsstrahlungsquelle inkohärentes Licht aus. Derartiges inkohärentes Licht wird verwendet, wenn herkömmliche Optiken bei der Bildaufnahme verwendet werden sollen, wie Linsensysteme, Faseroptiken oder Spiegel. Bei der Anwendung des inkohärenten Lichts können auch Filter eingesetzt werden, die das Spektrum des Lichts auf die Absorptionsfrequenzen des Fluoreszenzfarbstoffes begrenzen.

Vorteilhafterweise ist als Impulsstrahlungsquelle eine Funkenblitzquelle vorhanden, die infolge ihrer induktionsarmen Bauweise besonders steile und kurze Impulse mit entsprechend kurzer Leuchtzeit und darüber hinaus mit hoher Leuchtdichte zu erzeugen gestattet.

Als Impulsstrahlungsquelle ist ein im Impulsbetrieb betriebener Laser vorhanden, mit dem die erforderlichen Leuchtdichten und die erforderlichen kurzzeitigen Strahlungsimpulse problemlos erzeugt werden können. Eine hohe Anregung eines auf die Wellenlänge der Laserstrahlung abgestimmten Fluoreszenzmittels ist also problemlos möglich. Da der Laser jedoch kohärentes Licht zur Verfügung stellt, müssen zusätzliche an sich bekannte Maßnahmen zur Unterdrückung von Specklephänomenen getroffen werden.

Es ist eine stroboskopartig mit einstellbaren Strahlungsparametern arbeitende Impulsstrahlungsquelle vorhanden, wodurch eine große Folge von Bildaufnahmen mit vergleichsweise hoher Bildfolgegeschwindigkeit hergestellt werden kann. Die Einstellbarkeit der Strahlungsparameter gestattet die Anpassung an den jeweiligen Einsatzzweck.

Das Frequenzspektrum der Strahlung ist zur Erhöhung des Kontrasts in der Umgebung des Fluoreszenzquellen bildenden Fluoreszenzmittels bei aufeinanderfolgenden Bildaufnahmen abwechselnd zwischen den Bereichen der Fluoreszenzanregung und der Fluoreszenzemission umschaltbar. Mit Hilfe einer solchen Umschaltung läßt sich eine Differenzbildung aufeinanderfolgender Bildaufnahmen durchführen, indem eine im Bereich der Fluoreszenzanregung, also beispielsweise im Blauen, hergestellte Bildaufnahme gewichtet und von einer unter Fluoreszenzemission, z.B. im Grün/Gelben, hergestellten Bildaufnahme abgezogen wird. Das Differenzbild ist eine Darstellung gesteigerten Kontrasts. Eine derartige Bildsubtraktion kann bei Einsatz von Videosystemen in einfacher Weise mittels Einrichtungen zur Bildzwischenspeicherung vorgenommen werden, wobei eine Automatisierung leicht möglich ist und damit eine entsprechende Geschwindigkeitssteigerung bei der Herstellung von Bildaufnahmen.

In der Figur wird die Erfindung anhand eines Blockschaltbildes erläutert. Als Impulsstrahlungsquelle 10 ist eine Blitzquelle vorhanden, die beispielsweise kohärentes Licht abstrahlt, wenn sie ein Laser ist, oder inkohärentes Licht, wenn sie eine Funkenblitzquelle ist. Außerdem ist eine Kamera 11 zur Bildaufnahme vorhanden, wobei diese Kamera 11 beispielsweise eine Filmkamera ist. Deren Tätigkeit hängt von der Betätigung der Impulsstrahlungsquelle 10 mittels eines Auslöseimpulses 13 ab. In diesem Fall gibt die Impulsstrahlungsquelle 10 ein Signal an die Synchronisation 12, die die Öffnung des Verschlusses der Kamera 11 einleitet. Die Synchronisation erfolgt so, daß die Impulsbestrahlung des zu untersuchenden Gefäßes, welches hier nicht dargestellt ist, ausschließlich während der der Bildaufnahme dienenden Zeit erfolgt, so daß die Kamera 11 das von dem Organ reflektierte bzw. aufgrund der Fluoreszenzanregung des Fluoreszenzmittels ausgestrahlte Licht aufnehmen kann.

Die Synchronisation 12 vermag es auch, das Frequenzspektrum bei aufeinanderfolgenden Bildaufnahmen zwischen den Bereichen der Fluoreszenzanregung und der Fluoreszenzemission umzuschalten, indem in dem Strahlengang der Bestrahlung bzw. der Beleuchtung ein Filterwechsel veranlaßt wird, z.B. mittels eines Filterrades, welches ebenfalls nicht dargestellt ist.

Außerdem ist in der Figur noch eine Vorrichtung 13 zur Aufzeichnung dargestellt, nämlich zur Videoaufzeichnung. Auch dabei wird die Videokamera von 11 in ihrer Funktion mit der Synchronisation 12 auf die Impulsstrahlungsquelle 10 abgestimmt.

Außerdem ist noch ein Monitor 14 vorhanden, auf

dem der Aufzeichnungsvorgang laufend überwacht werden kann, so daß sofortige Eingriffsmöglichkeit durch die das Verfahren durchführende Person gegeben ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Herstellen einer Angiografie, insbesondere Fluoreszenzangiografie, mit einer eine anregungswirksame Bestrahlung eines vorzugsweise mit Fluoreszenzmittel versorgten Gefäßes bewirkenden Strahlungsquelle, und mit einer fotografischen Filmkamera, dadurch gekennzeichnet, daß als Strahlungsquelle eine Impulsstrahlungsquelle (10) und als Filmkamera (11) eine Videokamera vorhanden ist, und daß die Impulsbestrahlung bei voller Verschlussöffnung der Kamera auslösbar ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Impulsbestrahlung während des Bildrücklaufs der Videokamera auslösbar ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Impulsstrahlungsquelle (10) inkohärentes Licht abstrahlt.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Impulsstrahlungsquelle (10) eine Funkenblitzquelle ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Impulsstrahlungsquelle (10) ein im Impulsbetrieb betriebener Laser vorhanden ist.
6. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine stroboskopartig mit einstellbaren Strahlungsparametern arbeitende Impulsstrahlungsquelle (10) vorhanden ist.
7. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Frequenzspektrum der Strahlung zur Erhöhung des Kontrasts in der Umgebung des Fluoreszenzquellen bildenden Fluoreszenzmittels bei aufeinanderfolgenden Bildaufnahmen abwechselnd zwischen den Bereichen der Fluoreszenzanregung und der Fluoreszenzemission umschaltbar ist.

3906860

9*

